

ОПРЕДЕЛЯНЕ ИЗНОСВАНЕТО НА НАВАРЕНИ СЛОЕВЕ

Калин Люцканов, Христо Христо, ВВМУ "Н. Й. Вапцаров", Варна
Кристина Демирова, Технически университет, Варна

EXPERIMENTAL RESEARCH OF ABRASIVE WEAR OF SURFACING LAYERS

Kalin Lyutskanov, Hristo Hristov, Nikola Vaptsarov Naval Academy, Varna
Kristina Demirova, Technical University of Varna

Abstract: *This article presents a method for experimental research of abrasive wear of surfacing layers.*

Key words: *wear, wear resistance, welding, surfacing.*

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Като основен фактор за дълготрайността и надеждността на машинните елементи е тяхната износоустойчивост. Повишаване на износоустойчивостта води до увеличаване и времето на експлоатация на детайлите, работещи в среда на чисто абразивно износване, както и в среда на хидроабразивни смеси (дълбачните инструменти използвани за драгиращи операции под вода).

Наваряването на металите се прилага за възстановяване на първоначалните размери на износени детайли и за създаване на повърхностен слой със специални свойства.

2. ИЗЛОЖЕНИЕ

Наваряването е един от методите за възстановяване на износени детайли или метод чрез който се нанасят покрития с различни свойства от тези на основния материал.

При наваръчните работи е необходимо да се получи минимално разтопяване на основния метал и минимално размесване между основния и наварения метал, за да се запазят механичните свойства на наварения слой. Наварения метал трябва да бъде здраво съединен с основния и не трябва да съдържа шлакови включвания, шупли, пукнатини, газови включвания и др.

Проведено е изследване на параметрите на износване на стомани с различна твърдост и режим на термообработка.

Изпитанията на износоустойчивост са проведени върху разработен лабораторен стенд за изпитване на износоустойчивост на метални образци, с плоски и цилиндрични повърхнини, който е с възможност за промяна условията на триене.

Целта на настоящата разработка е да се определи абразивното износване на наварени слоеве с електроди за наваряване *E DUR* и електроди от серията *ABRADUR* - (Есеница-Словения).

В таблица 1 са посочени химическия състав на електродите за наваряване *E DUR* и електроди от серията *ABRADUR*.

В резултат на направен литературен обзор, за лабораторно определяне на абразивната износоустойчивост е избран метод разработен в Техническия университет в гр. Варна в катедра "Материалознание и технология на материалите". Чрез този метод са определени механичните характеристики на наварени слоеве и са получени експерименталните резултати.

Провеждане на експеримента:

Опитните образци са изработени от стомана с размери 20x20x20 mm. Наварени са с електроди *ABRADUR 54*; *ABRADUR 60*; *ABRADUR 66*, като е избран вариант на наваряване с два слоя. Наваряването е осъществено с източник на ток тип *Arg 251* i на фирма *ESAB*.

Избран е план за провеждане на експеримента, показан в таблица 2.

Таблица 1

№	Марка на електрода	Съдържание на химични елементи в %									Примерна твърдост, HRC
		C	Si	Cr	Nb	Mo	W	V	Cr _{екв.}	Ni _{екв.}	
1	ABRADUR54	0,5	1,7	9,5	-	-	-	-	12,05	15	54
2	ABRADUR58	3,2	-	32,0	-	-	-	-	32,00	3,2	58
3	E DUR600	0,5	-	8,5	-	-	-	-	8,50	15	57-62
4	ABRADUR64	6,0	-	26,0	7,5	-	-	-	29,75	180	64
5	ABRADUR65	4,3	-	9,5	-	2,0	-	-	11,5	129	65
6	ABRADUR66	6,0	-	22,0	6,0	6,0	2,0	1,0	31	180	66

Таблица 2

№ опит	X1 - твърдост на наварения метал	X2 - бр. на слоеве наварен метал	у - износване
1	+ 1	+ 1	
2	+ 1	- 1	
3	- 1	+ 1	
4	- 1	- 1	
5	0	+ 1	
6	+ 1	0	
7	0	- 1	
8	- 1	0	
9	0	0	

Таблица 3

Нива на вариране	X1 - твърдост на наварения метал	X2 - бр. на слоеве наварен метал
Основно ниво (0)	60	2
Горно ниво (+1)	66	3
Долно ниво (-1)	54	1

Променливите величини са: X1 - твърдост на наварения метал; X2 - брой на слоевете наварен метал; а у - износване определено по гравиметричен метод.

Нивата на вариране са показани в таблица 3.

За определяне на характеристиките на износването са използвани следните формули:

Масовото износване се определя от зависимостта:

$$\Delta m = m_{III} - m_{CH}, g \quad (1)$$

където: m_{III} - масата на образца преди изпитването; m_{CH} - масата на образца след изпитване;

Интензивността на износване е определена от зависимостта:

$$i = \frac{\Delta m}{S}, g / m, \quad (2)$$

където S е изминатия път.

Износоустойчивостта представлява реципрочна стойност на интензивността на износване:

$$I = \frac{1}{i} = \frac{S}{\Delta m} \quad (3)$$



Фиг. 1. Аналитична везна KERN ABS-N_ABJ-NM

С помощта на аналитична везна - KERN ABS-N_ABJ-NM (Фиг. 1) се определя масата на подготвените, маркирани и наварени образци преди и след експеримента. Характеристиките на везната са: максимално тегло $G_{max}=120$ g, минимално тегло $G_{min}=10$ mg; верификационна стойност $e=1$ mg; точност на везната $d=0,0001$ g.

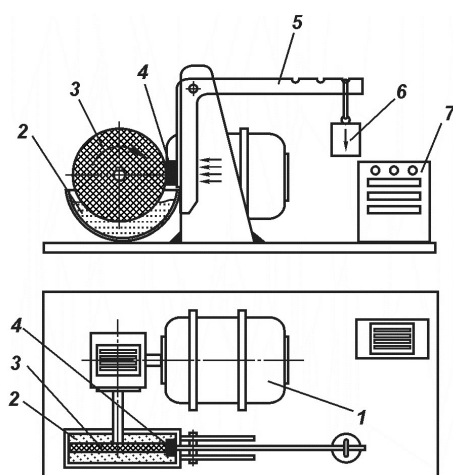
При експерименталното изследване, като абразив са

използвани:

- 50% кварцов пясък с едрина на зърното F-120 и 50% глина;

- 50% силициев карбид 2C-120-F-120 и 50% масло.

Определянето на износването на наварените слоеве се извършва на лабораторен стенд показан на фиг. 2.



Фиг. 2. Стенд за изпитване на износоустойчивост

Фиг. 2. Стенд за изпитване на износоустойчивост

1 - двигател редуктор; 2 - абразив; 3 - сменяемо контратяло; 4 - сменяем образец; 5 - лостов механизъм; 6 - тежести; 7 - честотен преобразувател



Изследваният образец се монтира неподвижно на лостов механизъм, който го притиска към контратялото със сила 10 N. Чрез честотен преобразувател се регулират оборотите на контратялото (114 min⁻¹). Диаметърът на контратялото е Φ=120 mm и при тези обороти образеца изминава за 1 min изминава 43 m, а за 5 min 215 m.

Всички образци са изпитани при еднакви условия: време на изпитване t = 25 min; изминат път S = 1075 m.

При проведените изследвания на първите три образеца с контратяло от текстолит и абразив от кварцов пясък и глина в съотношение 1:1 са на лице следните резултати:

Таблица 4

елктрод ABRADUR 54				елктрод ABRADUR 60				елктрод ABRADUR 66			
Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]	Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]	Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]
94,307				97,479				92,560			
94,291	5	0.013	215	97,472	5	0.007	215	92,554	5	0.006	215
94,277	10	0.014	430	97,456	10	0.016	430	92,552	10	0.002	430
94,266	15	0.011	645	97,450	15	0.006	645	92,550	15	0.002	645
94,255	20	0.011	860	97,440	20	0.010	860	92,545	20	0.005	860
94,242	25	0.013	1075	97,428	25	0.012	1075	92,542	25	0.003	1075
Общо износване		0.062		Общо износване		0.051		Общо износване		0.018	
Характеристики на износването				Характеристики на износването				Характеристики на износването			
$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0.062 g		$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0,051 g		$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0.018 g	
$i = \frac{\Delta m}{S}$		5.767 E-5 g/m		$i = \frac{\Delta m}{S}$		4,74419E-5 g/m		$i = \frac{\Delta m}{S}$		1,6744 E-5 g/m	
$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		17338.709		$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		21078,43		$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		59722,22	

За следващите три образеца с контратяло от текстолит и абразив от силициев карбит и масло отново в съ-

отношение 1:1 са на лице следните резултати:

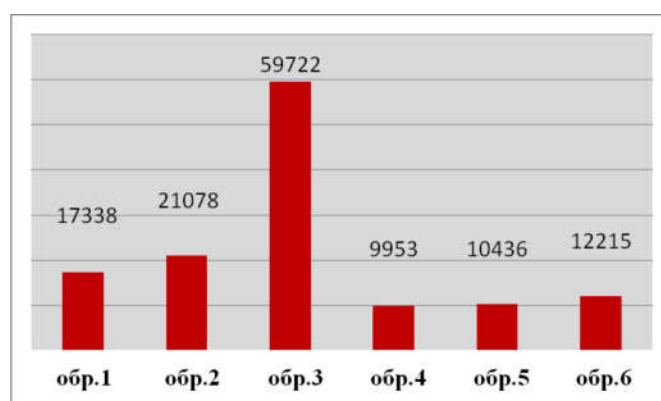
Таблица 5

елктрод ABRADUR 54				елктрод ABRADUR 60				елктрод ABRADUR 66			
Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]	Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]	Маса [g]	Време [min]	Разлика [g]	Път [m]
92,608				90,656				96,283			
92,592	5	0.018	215	90,637	5	0.019	215	96,267	5	0.016	215
92,573	10	0.019	430	90,614	10	0.023	430	96,249	10	0.018	430
92,553	15	0.020	645	90,598	15	0.016	645	96,232	15	0.017	645
92,530	20	0.023	860	90,565	20	0.020	860	96,213	20	0.019	860
92,502	25	0.028	1075	90,540	25	0.025	1075	96,195	25	0.018	1075
Общо износване		0.108		Общо износване		0.103		Общо износване		0.088	
$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0.108 g		$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0.103 g		$\Delta m = m_{\text{пл}} - m_{\text{си}}$		0.088 g	
$i = \frac{\Delta m}{S}$		1.004 E-4, g/m		$i = \frac{\Delta m}{S}$		9.5813 E-5 g/m		$i = \frac{\Delta m}{S}$		8.1860 E-5 g/m	
$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		9953.703		$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		10436.893		$I = \frac{I}{i} = \frac{S}{\Delta m}$		12215.909	

Определянето на износоустойчивостта в зависимост от масовото износване е показано в таблица 6 и фиг. 3.

Таблица 6

№ на оразца	Масово износване	Интензивност на износване	износоустойчивост
1	0.062	5.76744 E-5	17338.709
2	0.051	4.74419 E-5	21078,432
3	0.018	1,67442 E-5	59722,222
4	0.108	1.00465 E-4	9953.703
5	0.103	9.58134 E-5	10436.893
6	0.088	8.18605 E-5	12215.909

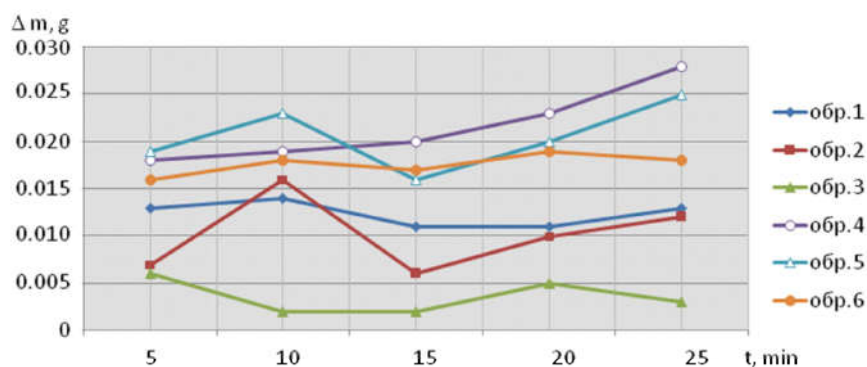


Фиг. 3. Зависимост на износоустойчивостта от масовото износване

В таблица 7 и на фиг. 4 са дадени данните за масово-то износване в зависимост от времето и тяхната графика.

Таблица 7

№ на обр.	1	2	3	4	5	6
Време [min]						
5	0.013	0.007	0.006	0.018	0.019	0.016
10	0.014	0.016	0.002	0.019	0.023	0.018
15	0.011	0.006	0.002	0.020	0.016	0.017
20	0.011	0.010	0.005	0.023	0.020	0.019
25	0.013	0.012	0.003	0.028	0.025	0.018



Фиг. 4. Зависимост на износването на образците от времето

След направените изследвания и анализа на получените резултати са изведени **следните изводи:**

1. Тествана е методика за определяне на абразивната износоустойчивост на наварени слоеве;

2. Използвания лабораторен стенд за определяне на износоустойчивостта работи нормално и получените резултати са с добра повторяемост;

3. При работа с електроди ABRADUR най-добра износоустойчивост се получава при двуслойно наваряване с електрод ABRADUR 66;

4. Най-силно влияние върху увеличаването на съпротивлението срещу абразивно износване оказва химическия състав на наварения метал. При по-голям процент

на легиращи елементи, износоустойчивостта се увеличава.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дишлев, Ст., Методика за експериментално изследване на износоустойчивостта на тънки твърди износоустойчиви покрития, XXII МНТК "АДП-2013".

2. Кандева, М. К., Цикъл лекции по инженерна трибология за докторанти, 2011, Проект.

3. Стойчева, К., Абразивно износване на елементите от минната механизация, ГОДИШНИК на Минно-геоложкия университет "Св. Иван Рилски", том 56, 2013.

4. Използване на нано- и мултидисперсни прахове при ВИГ наваряване на износоустойчиви слоеве.